
GB
1096
F8B6
UC-NRLF
$B 524 330

Die Quellen der fränkischen Schweiz.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

kgl. bayer. Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt

von

Wolfgang Blos

aus Erlangen.

Tag der mündlichen Prüfung: 26. Juni 1902.

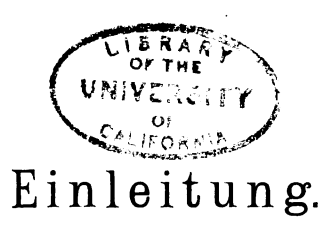
Erlangen 1903.

Druck der Universitäts-Buchdruckerei von E. Th. Jacob.

Gedruckt mit Genehmigung der hohen philosophischen Fakultät Erlangen.

Referent: Herr Prof. Dr. E. Pechuel-Loesche.
Dekan: Herr Prof. Dr. A. Roemer.

Meiner lieben Mutter.



Einleitung.

Wenn wir von Forchheim aus die Wiesent aufwärts wandern, gelangen wir in eine Gegend, die allgemein als »Fränkische Schweiz« bezeichnet wird. Das Vorherrschen der Berglandschaft, das Groteske der kühn aufstrebenden Felspartien, das Anmutige der Täler endlich mögen diesen Vergleich einigermassen gerechtfertigt erscheinen lassen, wenn er auch, wie v. Ammon meint, »eines gewissen komischen Beigeschmackes nicht ganz entbehrt.«

Das Gebiet gehört zur fränkischen Alb — so nennt v. Gümbel den die fränkischen Kreise durchziehenden Teil des Juragebirges —, doch ist die Abgrenzung desselben von den benachbarten Teilen des Frankenjura nicht bestimmt. Man hat die Ehrenbürg, Schloss Greifenstein, die Neubürg und Elbersberg bei Pottenstein als Grenzpunkte annehmen wollen, allein diese Bestimmung erscheint zu willkürlich. Am besten wird es wohl sein, wenn man wie v. Ammon mit dem Namen »Fränkische Schweiz«, »das Wiesenttal mit seinen Nebentälern und deren Umgebung« belegt.

Die Wiesent entspringt bei Steinfeld, nimmt links Truppach, Zeubach, Ailsbach, Püttlach, in ihrem Unterlaufe endlich die Trubach auf. Von rechts strömen ihr Aufsess und Leinleiter zu.

Die Wiesent fliesst durch ein vielgewundenes Tal. Nachdem sie in ihrem Oberlaufe der natürlichen

Schichtenneigung gefolgt ist, gestaltet sich ihr Mittellauf zickzackförmig. Von Waischenfeld bis Doos von Nordost nach Südwest strömend, wendet sie sich nunmehr nach Südosten, um bei Behringersmühle abermals eine scharfe Krümmung zu machen und dann bis Streitberg eine im allgemeinen westnordwestliche Richtung einzuhalten. Von dem letztgenannten Orte ab fliesst sie wieder nach Südwesten.

Dieser zickzackförmige Verlauf des Wiesenttales ist nach v. Gümbel darauf zurückzuführen, dass dem Flusse in seinem Mittel- und Unterlaufe durch tektonische Längs- und Querspalten sein Weg vorgezeichnet wird. Längsspalten haben wir in den Talstrecken von Doos bis Behringersmühle und von der Stämpfermühle bis Streitberg vor uns, während die Talstrecken von Waischenfeld bis Doos und von Streitberg abwärts durch Erosion erweiterte Querspalten darstellen.

Die Ablagerungen, in denen die Wiesent und deren Zuflüsse ihren Lauf nehmen, gehören der Juraformation an. Da in Anbetracht der hohen Bedeutung, die die Ergebnisse der geologischen Forschung für die Quellenkunde beanspruchen, eine Kenntnis des geologischen Aufbaues der fränkischen Schweiz zur Notwendigkeit wird, so müssen wir zunächst die Schichtenfolge der jurassischen Sedimente innerhalb unseres Studiengebietes kennen lernen.

Die geologischen Verhältnisse der fränkischen Schweiz.

Die Juraformation zerfällt in drei Hauptabteilungen. Diese sind:

1. der schwarze Jura oder Lias,
2. der braune Jura oder Dogger,
3. der weisse Jura oder Malm.

An den weissen Jura schliessen sich nach oben Kreideablagerungen, an den schwarzen Jura nach unten triassische Schichten an.

Ablagerungen des Lias sind in der fränkischen Schweiz nur an einzelnen Stellen zu beobachten, dagegen sind solche des Dogger mächtig entwickelt und weit verbreitet. Die tiefsten Lagen dieses Jurasystems werden in unserem Gebiete von grauen Mergeln und Tonen eingenommen, die man unter dem Namen der »Opalinustone« zusammenzufassen pflegt. Sie bilden sanfte Gehänge, deren Grenze gegen die nunmehr folgenden, steil sich erhebenden Schichten des braungelben Eisensandsteines deutlich zu erkennen ist.

Im Gegensatze zu der mächtigen Entwicklung der letztgenannten Schichten ist die der grauen Ornathentone in der fränkischen Schweiz, wie überhaupt im Gesamtgebiete des Frankenjura, äusserst dürftig. Die Ornathentone stellen hier das letzte Glied des oberen Dogger dar, und es beginnen nunmehr die Ablagerungen des Malm als Gebirgsbildner aufzutreten.

Dieser Wechsel der Abteilungen prägt sich im ganzen landschaftlichen Charakter auf das deutlichste aus: während die von den Sedimenten des braunen Jura gebildeten Berge durch ihre milden, abgerundeten Formen gekennzeichnet sind, treten nunmehr Hochflächen mit steilen Gehängen an deren Stelle, die durch die schmalen Talfurchen der bereits genannten Wasser von einander getrennt werden. Und weiter: hat bis dahin die dunkle Gesteinsfarbe vorgeherrscht, so sind die Ablagerungen des Malm durch weisse oder graue Färbung mit charakterisiert.

Der Übergang von dem braunen in den weissen Jura stellt sich dem Wanderer, der, von Forchheim aus der Wiesent aufwärts folgend, die fränkische Schweiz betritt, als allmählich dar; dagegen ist er im Nordosten ausserordentlich schroff, indem sich hier längs einer lang gedehnten Linie die steil aufsteigenden Malmschichten jäh den milden Doggerformen entgegensetzen. Namentlich von Kirchahorn aus lassen sich diese Verhältnisse gut beobachten.

Die tiefste Schichtenreihe des Malm wird als »unterer grauer Mergelkalk« bezeichnet, an den sich nach oben die Stufe des »Werkkalkes«, eines weissen ebenschichtigen Kalksteines, anschliesst. Über diesem lagern dann die »oberen Mergelkalke«, die man auch »Tenuilobatenschichten« nennt, Häufig gehen diese wohlgeschichteten Kalke in ungeschichtete »Schwammkalke« über, die ihren Namen den reichlichen Einschlüssen von versteinerten Seeschwämmen verdanken.

»Die Lagerungsart des Schwammkalkes gegenüber dem geschichteten Kalk, sagt v. Ammon, lässt sich prächtig ersehen an dem Gehänge der Roten Leite an der Muggendorfer Strasse. Zwei mächtige Pfeiler von Schwammfelsen erheben sich an den beiden Ecken des Berges, dazwischen liegen die wohlgeschichteten Kalke; diese nehmen sich aus, wie wenn sie an den Pfeilern gewissermassen aufgehängt wären«.

Am grossartigsten aber ist in der fränkischen Schweiz der »Frankendolomit« entwickelt, der überall die Höhen beherrscht und im Hauptgebirge bis zur Talsohle herabsteigt. Wo auf den Hochflächen der Dolomit nicht ansteht, werden sie von lehmig-sandigen Ablagerungen überdeckt, die als Verwitterungsprodukte

des steinigen Untergrundes aufzufassen sind. von Gümbel hat sie unter dem Namen der »Albüberdeckung« zusammengefasst.

Die Wasserhorizonte.

Zwischen den eben besprochenen geologischen Verhältnissen und dem Auftreten von Quellen innerhalb unseres Studiengebietes besteht ein inniger Zusammenhang.

Zunächst ist klar, dass es überall da, wo eine wasserdurchlässige Schicht von einer undurchlässigen unterlagert wird, zu einer Wasseransammlung kommen muss, die sich bei geneigten Schichten durch den Austritt von Quellen verraten wird. Wir sprechen in diesem Falle von einem Wasserhorizont oder auch von einem Grundwasserzug; in den darauf entspringenden Quellen haben wir typische Schichtquellen vor uns.

Nach v. Gümbel treten im Gesamtgebiete der fränkischen Alb vier solcher Wasserhorizonte auf.

Der erste liegt zwischen der obersten, mit einer tonigen Decke überzogenen Sandsteinbank des Keupers, dem sogenannten »Rhät«, und dem unteren Lias. Er ist für unser Studiengebiet ohne Bedeutung, da Ablagerungen des Lias, wie schon erwähnt, in der fränkischen Schweiz nur in geringer Ausdehnung vorhanden sind.

Wichtig für uns ist erst der zweite Wasserhorizont, zwischen dem Opalinuston des unteren Dogger und der Steilwand des Eisensandsteines. »Schon von ferne«, sagt v. Gümbel, »lässt sich diese Region an den zahlreichen tiefen Gräben und Wasserrissen erkennen, welche von den Quellpunkten sich auf den steilen

Gehängen herabziehen und oft mit üppigem Erlengebüsch eingefasst sind.«

Diesem reichlichen Wasseraustritt auf der Grenze Opalinuston-Eisensandstein ist es auch zuzuschreiben, dass wir unmittelbar unterhalb dieses Horizontes meist »sauere Wiesen« antreffen. Die letztere vornehmlich zusammensetzenden Cyperus- und Carexarten, die übrigens wegen ihrer saftlosen, harten Blätter als Futtergräser wertlos sind, nennt der Landmann »Sohr«[1]).

Erwähnt sei noch eine im Bereiche dieses Horizontes vor einigen Jahren bei Kirchahorn erfolgte Bodensenkung: längs mehrerer unregelmässiger Bruchlinien traten diese Senkungen im Frühjahre nach vorausgegangener rascher Schneeschmelze ein. Sonach sind sie darauf zurückzuführen, dass der Boden vollständig mit Wasser durchtränkt war, welch' letzteres durch den undurchlässigen Opalinuston an einem Versinken in tiefere Lagen verhindert war. Im Grossen ist Ähnliches ja des öfteren beobachtet worden. Wir erinnern beispielsweise an den im Jahre 1893 erfolgten Häuserzusammenbruch in Schneidemühl (Posen), der nach Ochsenius auf die Bildung eines Wasserkissens — so wird nach Günther ein vollständig mit Wasser durchtränktes Erdrindenstück genannt — zurückzuführen ist.

Der dritte Hauptwasserhorizont liegt zwischen der obersten Stufe des Dogger, dem Ornathenton, und den Werkkalken, als der untersten Stufe des Malm. Die auf ihm entspringenden Quellen zeichnen sich

1) »Sohr« ist die dialektische Form für »Sar«. »Sar« (zusammengezogen aus »sahar«) ist ein Kollektivbegriff und bedeutet »die scharfen und spitzen Blätter gewisser Sumpfgräser (carices)«. (Nach A. Schmeller: Bayerisches Wörterbuch).

durch sehr hohen Kalkgehalt aus, weshalb man gerade hier häufig Kalktuffablagerungen von grosser Ausdehnung antrifft.

Diesem Horizonte gehören beispielsweise die Quellen der Neubürg an. Die Kuppe dieses als eine einzelne Malminsel aus dem braunen Jura sich erhebenden Berges besteht aus Werkkalken, die von einer schwach entwickelten Schicht des Ornathentones unterlagert werden. Die Quellen befinden sich unter der Kuppe, und zwar auf der nordwestlichen Seite, da die Schichten nach dieser Richtung geneigt sind.

Man mag sich anfänglich darüber verwundern, dass man hier direkt unterhalb der Kuppe auf Quellen stösst. Tatsächlich sehen auch die Gegner der »Sickertheorie« — so nennt König die von Vitruvius und Mariotte begründete und jetzt fast allgemein angenommene »meteorische Theorie« — darin, dass sich manchenorts Quellen wenig unterhalb der Gipfel isolierter Berge finden, einen schlagenden Beweis für die Unmöglichkeit, mit der meteorischen Theorie allen Erscheinungen auf dem fraglichen Gebiete gerecht zu werden. So weist König in seiner Polemik gegen die Sickertheorie auf das Vorhandensein der Upminsterquelle in der Grafschaft Essex hin, und auch der sogenannte Hexenbrunnen am Brocken muss ihm als Beweismittel dienen. Leider sind für beide Fälle keine Berechnungen des Flächeninhaltes der über dem betreffenden Wasserhorizonte lagernden Gesteinsschichten gegeben, so sehr diese zur exakten Entscheidung der Frage auch nötig wären. In unserem Falle wenigstens macht eine annähernde Berechnung des Flächeninhaltes der das eingesickerte Wasser aufhaltenden und zum Abfluss zwingenden Ornathen-

tone die Sachlage sofort klar. Diese Berechnung ergab einen Wert von 3,701 ha. Über die Beziehungen zwischen Flächeninhalt des Areals und Ergiebigkeit der Quelle schreibt nun Haas folgendermassen:

»Will man das gegenseitige Verhältnis zwischen der Ergiebigkeit einer Quelle und der Niederschlagsmenge auf ihrem Areale einen allgemeingültigen Satz aufstellen, so kann man sagen, dass für unser Klima die Erfahrung lehrt, dass von einer Hektare (10000 qm) Quellensammelgebiet je nach den Bodenverhältnissen noch per Minute abfliessen: in trockener Zeit 1 bis 6 Liter, gewöhnlich 3 bis 8, nach Hochwasserzeit 10 bis 20 Liter Quellwasser.«

Nehmen wir darnach für unseren Fall im Durchschnitt eine Abflussmenge von 5 l für die Minute an, so erhalten wir für den Horizont der Ornathentone eine Abflussmenge von 18 l, was mit den wirklichen Verhältnissen annähernd übereinstimmt. Die eine Quelle ergab für sich einen Abfluss von 6 l per Minute.

Der vierte und letzte Hauptwasserhorizont endlich verdankt sein Vorhandensein der Ausbreitung mergeliger, also wasserhaltender Lagen zwischen den reinen Kalksteinen des Weiss-Jura. Ihm entstammen beispielsweise die zahlreichen Quellen in Heiligenstadt. Sie finden sich dortselbst nur am östlichen Talgehänge, während an dem westlichen keine einzige Quelle entspringt.

v. Gümbel sagt über diesen Horizont im allgemeinen: »Die auf solcher wasserhaltenden Unterlage entspringenden Quellen sind zwar nicht wasserreich, machen sich aber durch den Kontrast gegenüber der sonst wasserleeren Hochfläche umsomehr bemerkbar.« Dieser Kontrast ist in der Tat auffällig. Während

z. B. auf dem ganzen Plateau, das wir durch die Ortschaften Schweinsmühle — Behringersmühle — Pottenstein — Hohenmirsberg begrenzen können, abgesehen von dem Ziehbrunnen in Steifling, weder Brunnen noch Quelle vorhanden ist, besitzt Hohenmirsberg, das am Nordende der genannten Hochfläche liegt, allein drei ausgezeichnete Quellen. Um so bemerkenswerter, als dieses Dorf mit die höchstgelegene Ortschaft der ganzen fränkischen Schweiz ist! Freilich bietet die Hohenmirsberg überhöhende »Platte«, mit 615 m der höchste Punkt unseres Studiengebietes überhaupt, eine genügende grosse Fläche, um die reichlichen Wasseraustritte im gesamten Dorfe zu erklären. Erwähnt möge noch sein, dass nach v. Gümbel der Wasserreichtum Hohenmirsberg's zu der Sage Veranlassung gegeben hat, dass der Ort beständig tiefer sinke.

Diese das Auftreten der Schichtquellen in der fränkischen Schweiz bedingenden Wasserhorizonte lassen sich in ihrer Aufeinanderfolge zuweilen an einem einzigen Gehänge in ausgezeichneter Weise beobachten, so z. B. am Wachknock bei Ebermannstadt. Das Gleiche ist der Fall, wenn wir von der Schweinsmühle aus, in deren Umgebung sich der zweite Horizont durch das Austreten von Quellen zu erkennen gibt, in östlicher Richtung die Höhe hinaufwandern: wir treffen bald auf den Oeplesbrunnen, der auf der Grenze Ornathenton—Werkkalke entspringt, um uns dann, auf der Hochfläche angelangt, durch die Hohenmirsberger Quellen von dem Vorhandensein des letzten Wasserhorizontes überzeugen zu lassen.

Die Wasserarmut auf den Plateaus.

Wir haben vorhin von der Wasserarmut des Plateaus Schweinsmühle — Behringersmühle — Pottenstein—Hohenmirsberg gesprochen. Diese ist nicht nur für dieses Gebiet charakteristisch, sie ist vielmehr Regel auf sämtlichen Hochflächen der fränkischen Schweiz, so dass man hier in der Tat mit der nämlichen Berechtigung von »trockenen Dörfern« sprechen könnte, mit welcher man diesen Namen auf die südlich von Paderborn gelegenen, auf kretacëischem Boden stehenden Ortschaften angewendet hat. Für manche Gemeinden ist dieser Wassermangel schon verhängnisvoll geworden. So brannte das Dorf Buckenreuth schon zweimal vollständig nieder, ohne dass die Einwohner dem verheerenden Elemente hätten Einhalt gebieten können.

Manche Ortschaften sind auf die nächste, freilich oft weit genug enfernte Talquelle angewiesen.

Meist aber behilft man sich mit Zisternen, die auf das sorgfältigste hergestellt werden, und in welche das vom Dache abfliessende Wasser mittelst Röhren geleitet wird. Freilich nur ein Notbehelf! Denn für trockene Sommer und strenge Winter reicht das auf diese Weise gesammelte Wasser natürlich nicht aus, zumal da in einer Ortschaft meist nur wenige Zisternen vorhanden sind. In solchen Zeiten muss dann von den Talquellen aus Wasser auf die Hochflächen hinaufgefahren werden.

Besteht irgendwo auf den Plateaus Aussicht, dass man durch Bohrung auf Wasser stösst, so versucht

man es mit Brunnenbohrungen[1]. Diese sind freilich meist mit hohen Kosten verbunden, da man ausserordentlich tief in das harte Gestein eindringen muss, bis man Wasser erhält. So besitzt der Brunnen in Sanspareil eine Tiefe von 80 m, der des Schlosses Greifenstein eine solche von 81 m (nicht 259 m, wie v. Gümbel angibt!) In Betzenstein vollends musste man 100 m tief bohren, bis man auf Wasser stiess. Dass dagegen das Grundwasser in Eichenbirkig schon in $2^1/_2$ m Tiefe gefunden wurde, war ein Glücksfall, der vereinzelt darsteht. Wir erwähnen noch den Brunnen in Langenloh mit einer Tiefe von 32 m, endlich den in Steifling mit einer solchen von 30 m.

Letzterer ist wegen der eigenartigen geologischen Verhältnisse, denen er sein Wasser verdankt, bemerkenswert. Das genannte Dorf wird nämlich von der grossen Verwerfungslinie durchquert, die von Hollfeld über Waischenfeld nach Pegnitz, also im allgemeinen von Nordwesten nach Südosten zieht. Da längs der ganzen Linie der westliche Flügel abgesunken ist, sehen wir bei Steifling den untersten weissen Jura unmittelbar an den Dolomit grenzen. Die Schichten des Malm und des Ornathentones haben eine Neigung nach dem Innern des Gebirgsstockes,

---

1) Begreiflicherweise stehen unter den obwaltenden Umständen die Brunnenbohrer bei der Bevölkerung in grossem Ansehen, und diese suchen den Nimbus, der sie und ihr Handwerk umgibt, noch zu erhöhen, indem sie beim Quellensuchen in geheimnissvoller Weise vorgehen. Wir konnten nur so viel erfahren, dass sie auf den Zahn einer Egge ein Sieb bringen und aus der Länge des Bindfadens, der sich an dem in Bewegung gesetzten Sieb abwickelt, auf die Tiefenlage des Grundwassers schliessen. Volle Klarheit ist über diesen Punkt nicht zu erlangen.

also nach Südwesten, was schon aus der Tatsache hervorgeht, dass wir im Nordosten, wo das Gehänge die Aufeinanderfolge der Sedimente gut erkennen lässt, auf der Grenze von Werkkalken und Ornathenton keine einzige Quelle antreffen. Das auf dem genannen Horizonte sich sammelnde Wasser wird also, der vorhandenen Schichtenneigung entsprechend, nach dem Inneren des Gebirgsstockes zu abfliessen, wird aber dort, wo der Dolomit den bezeichneten Schichten entgegensteht, gestaut werden und kann nun dem Brunnen in Steifling zur Speisung dienen. Wir haben also hier ähnliche Verhältnisse vor uns, wie sie anderwärts z. B. im pfälzischen Buntsandsteingebiete, Veranlassung zu den nach Leppla's Vorgange als Verwerfungsquellen angesprochenen Quellbildungen geben.

Die Höhe der Grundwasserstände wechselt in diesen auf den Hochflächen gelegenen Brunnen ausserordentlich. Abhängigkeit der Grundwasserstände von den atmosphärischen Niederschlägen ist ja nach Soyka überall nachzuweisen, allein bei der Zerklüftung der Malmgesteine, die ein rasches Versinken der meteorischen Wasser in die Tiefe gestattet, ist diese in unserem Falle besonders scharf ausgeprägt: starke atmosphärische Niederschläge machen sich schon sehr bald durch ein Steigen des Wasserstandes in den Brunnen bemerkbar, während wiederum in trockenen Monaten meist ein starker Rückgang eintritt.

Aus diesem Grunde entschloss sich z. B. die Gemeinde Sanspareil, obwohl im Besitze eines 80 m tiefen Ziehbrunnens, zum Bau einer Wasserleitung. Überhaupt werden in den letzten Jahren mit Unterstützung der oberfränkischen Kreisregierung Wasser-

leitungsanlagen lebhafter in Angriff genommen. Das Wasser liefern die starken Talquellen, die selbst das Pumpwerk treiben, welches das Wasser auf die Hochflächen hinaufpumpt. So wird auf diese Weise Gössweinstein durch die Stämpfermühlquellen mit Wasser versorgt, und auch die Ortschaften Siegritzberg, Hubenberg, Breitenlösau nebst den übrigen in der Nähe dieser gelegenen Dörfern besitzen jetzt eine gemeinsame Wasserleitung, die von einer starken Quelle bei Draisendorf gespeist wird. Ebenso wird für Wichsenstein und die umliegenden Ortschaften der Bau einer Leitung geplant.

Wenn wir den Gründen für die anf den Hochflächen der fränkischen Schweiz herrschenden Wasserarmut nachgehen wollen, so müssen wir von vorneherein bedenken, dass sie Plateaus überhaupt in höherem oder niederem Grade eigentümlich ist. Denn da die an den Gehängen ansteigende Luft durch die erfolgende Abkühlung zur Abgabe ihres Wasserdampfgehaltes gezwungen ist, so kann sie, über die Plateaus ziehend, nur wenig Wasser mehr abgeben. Auch mag — was v. Gümbel hervorhebt — in Betracht gezogen werden, dass unser Gebiet, wie der grösste Teil des Frankenjura, durch eine im Vergleich zu den übrigen Teilen Bayerns geringe Niederschlagsmenge ausgezeichnet ist. Dazu kommt, dass die Gesteine des weissen Jura, wie bereits erwähnt, eine starke Zerklüftung aufweisen. Letztere ist nach v. Gümpel auf die gewaltigen Dislocationen und Eruptionen zurückzuführen, die in den dem Frankenjura benachbarten Gebieten zur Tertiärzeit stattgefunden haben. Der eben genannte Forscher schreibt darüber: »Es ist leicht verständlich, dass bei so gewaltigen Kata-

strophen, welche sich in der nächsten Nähe unseres Gebietes vollzogen haben und in fortdauernden Zuckungen sich äusserten, die benachbarten Rindenteile kaum unberührt bleiben konnten. Wenn wir auch die absolute Gleichzeitigkeit der Erscheinungen nicht genau nachzuweisen im Stande sind, so viel ist gewiss, dass annähernd in derselben Zeit der Alpenfaltung auch in unserem Frankenjura zunächst Zersprengungen und Zerspaltungen der hier übereinander getürmten Schichtenmassen zum Ausgleich der von der Tiefe her wirkenden Spannungen und der Bewegungen stattfanden. Sie erstrecken sich selbst bis auf die kleineren Gesteinsstücke, in welche wir überall die Felsen in gewissen, regelmässig wiederkehrenden Richtungen zerklüftet sehen.«

Wird nun schon durch diese tektonischen Spalten den atmosphärischen Wassern ein rasches Eindringen in die tieferen Gesteinslagen ermöglicht, so wird dies noch begünstigt durch ein zweites Moment, nämlich durch das meteorische Wasser selbst, das an der Erweiterung der vorhandenen Klüfte und Spalten arbeitet oder neue schafft. Vermöge seines Gehaltes an Kohlensäure löst und entführt es den Kalken und Dolomiten des Weissjura eine entsprechende Menge des Gesteines.

Man braucht nur eine von jenen pittoresken dolomitischen Felspartieen zu betrachten, die der fränkischen Schweiz jenen eigenartigen Reiz verleihen, und man wird einen deutlichen Eindruck von der Wirkung des atmosphärischen Wassers erhalten. Dieses wirkt auf den Dolomit besonders intensiv ein, da letzterer aus härteren und weicheren Partieen zusammengesetzt

ist, diese aber vom Wasser sehr leicht zersetzt und ausgelaugt werden können.

In dieser Empfänglichkeit für Erosionswirkungen gleicht der Dolomit ganz dem Laterit Afrikas. Auch bei diesem Gestein vollzieht sich die Erosion, wie Pechuel-Loesche ausführt, in doppelter Weise: »von oben durch ablaufendes Regenwasser, von unten durch hervordringendes Grundwasser (Quellen). So werden in manchen Gebieten höchst wunderbare Gebilden erzeugt: scheinbar abflusslose und unzugängliche tiefe Kessel, weit geöffnete Schlünde, enge, steilwandige Schluchten; dazwischen scharfe Grate, hohe dünne Mauern und in der Tiefe wie an den Seiten fächerförmig vortretende Scheidewände, vielgliederige Pfeiler, Obelisken, Pyramiden, ausladende Türme.«

Zwar steht der Dolomit — und dieses Gestein ist ja der eigentliche Gebirgsbildner der fränkischen Schweiz — nicht überall an. Allein was die Albüberdeckung betrifft, die grosse Flächen der Plateaus überlagert, so ist diese in ihren sandigen Partieen gleichfalls sehr wasserdurchlässig. Dort aber, wo sie mehr von lehmiger Beschaffenheit, begünstigen die gerade hier sehr häufig anzutreffenden kesselartigen Vertiefungen, die Erdfälle, gleichfalls ein rasches Eindringen der atmosphärischen Niederschläge in die Tiefe.

Die Erdfälle.

Erdfläche (Erdlöcher) [1]) sind trichter- oder kesselförmige Vertiefungen, welche in der fränkischen

1) v. Gümbel nennt die Erdlöcher auch »Hülen,« während wir das Wort »Hüle« nur in der Bedeutung von »Dorfweiher« haben anwenden hören. Rosenmüller u. a. verstehen unter »Hüle (Hülein)«



Schweiz in den Boden der Albüberdeckung eingesenkt sind. Die Grösse dieser Gebilde ist sehr verschieden: der Durchmesser kann 50, die Tiefe 15 m erreichen. Die Böschung ist meist sehr steil. Die Gehänge geben uns Aufschluss über die Beschaffenheit des Bodens, in welchem die Erdfälle entstanden sind: wir finden die obere Schicht von der Albüberdeckung gebildet, die von Kalk oder Dolomit unterlagert wird. Am Grunde der Erdfälle, der häufig mit lehmigen Zersetzungsprodukten bedeckt ist, haben sich meist Bäume und Sträucher angesiedelt. Häufig gewahrt man am Boden eines Erdloches grössere Spalten, die zu einem unterirdischen Abflusskanal führen.

Man hat behauptet, dass bei starken Gewitterregen das Wasser in den Erdfällen stehen bleibe, und letztere dann »künstlichen Fischteichen« glichen. Sehr mit Unrecht! Wir haben dies niemals beobachtet. Selbst nach dem starken Wolkenbruch, der in der Nacht vom 1. bis 2. August 1901 in der fränkischen Schweiz niederging, haben wir in keinem Erdfalle Wasser angetroffen. Damit stimmt überein, was Lersch über die Erdfälle berichtet, die sich im Kreidegebiete des nördlichen Dänemark finden: auch in diesen soll selbst nach Wolkenbrüchen und nach starker Schneeschmelze niemals das Wasser stehen bleiben. Trotzdem ist zuzugeben, dass sich manchmal ein Erdfall mit Wasser füllen kann, wenn nämlich die lehmigen Zersetzungsprodukte die am Grunde vor-

---

eine Zisterne. Diese verschiedenen Bedeutungen lassen sich alle auf eine Grundbedeutung zurückführen; denn »Hüle« bedeutet etymologisch jede Art von Höhlung im Boden (Hüle = Höhle). vgl. A. Schneller: Bayerisches Wörterbuch.



handenen Spalten verstopft haben und dadurch ein rasches Abfliessen des Wassers verhindern.

In seltenen Fällen stellen die Erdfälle Zugänge zu unterirdischen Höhlen dar. So befindet sich z. B. bei Leyenfels ein Erdloch, das jetzt zugeschüttet ist, von dem aus man früher in eine Höhle gelangt sein soll. Noch heute erzählt man, die Einwohner von Leyenfels seien zur Zeit des »Schwedenkrieges« durch den Erdfall in die geräumige Höhle hinabgestiegen, um sich vor den nahenden Feinden zu verbergen.

Über die Entstehung solcher Erdfälle sagt v. Gümbel: »Die Erdfälle sind Niederbrüche, welche nach Art der Dolinen dadurch entstanden sind, dass an etwas vertieften Stellen, wo sich das Regenwasser sammeln konnte und Klüfte die unterliegenden Kalk- oder Dolomitfelsen durchzogen, das Wasser auf diesen Spalten in die Tiefe versitzen konnte, wobei nach und nach Auswaschungen und Abnagungen an den Rändern der Spalten zustande kamen und endlich rings um die Versitzstelle des Tagwassers ein Zusammenbrechen der untergrabenen Gesteinsschichten und ein Nachsinken der auflagernden Erdmasse erfolgte. Auf diese Weise bildeten sich mit der Zeit sehr tiefe kesselartige Erdtrichter aus, in welchen das Regenwasser der ganzen Hochfläche zusammenfliesst und auf darunter durchziehenden Klüften rasch weiter in die Tiefe versinkt.«

So weit v. Gümbel. Wir wollen nun die Bildung eines Erdfalles, wie sie in ihren einzelnen Stadien vor sich geht, etwas genauer verfolgen!

In der Flur des Dorfes Moggast treffen wir hin und wieder auf flache, schüsselförmige Vertiefungen ohne scharfe Grenze gegen die umliegende Boden-

fläche. Zahlreiche kleine Rinnsale nach der tiefsten Stelle der Senkung beweisen, dass das Wasser von der Umgebung hier zusammenfliesst, ohne jedoch eine Lache zu bilden. Wir haben das erste Entwicklungsstadium eines in Bildung begriffenen Erdfalles vor uns: das Kohlensäure enthaltende meteorische Wasser hat bereits in geringem Masse das die Albüberdeckung unterlagernde Gestein ausgelaugt oder etwa schon vorhandene Spalten und Klüfte erweitert, so dass sich der überlagernde Boden gesenkt hat.

Das in diesen flachen Bodenvertiefungen, wie schon erwähnt, besonders reichlich zusammenfliessende Tagwasser arbeitet nun weiter an der chemischen und mechanischen Zerstörung des untergelagerten Gesteins, bis der entstandene Hohlraum ein Zusammenstürzen der auflagernden Erdmasse zur Folge hat — Zweites Stadium.

Damit ist aber der Prozess noch nicht zum Abschluss gekommen. Das Wasser beginnt vielmehr, nachdem es die eingestürzte Erdmasse in die Tiefe geschafft hat, die weitere Austiefung des Erdfalles vorzunehmen. So befindet sich beispielsweise in der Nähe von Moggast, in dessen Umgebung wir überhaupt sehr viele Erdfälle antreffen, ein Erdloch, das von den Bauern charakteristischer Weise das »Rumpelloch« genannt wird. In diesem liegt ein mächtiger Felsblock, der früher ungefähr 1 m über die umliegende Bodenfläche emporgeragt haben soll, jetzt aber unter das Niveau des Erdlochrandes gesunken ist. Eine Tatsache, aus der wir auf eine nach der Entstehung des Erdfalles erfolgte Vertiefung desselben schliessen müssen.

Innerhalb eines Erdfalles kann es selbst wieder

zu Niederbrüchen kommen. Wenigstens haben wir auf den Böschungen noch nicht völlig ausgebildeter Erdfälle, deren Wände infolgedessen auch nicht so steil waren wie diejenigen von fertig ausgebildeten, flachschüsselförmige Vertiefungen der schon beschriebenen Art gefunden, die gleichfalls das erste Stadium in Bildung begriffener Erdlöcher darstellen. Es sind in diesem Falle neben der am Grunde befindlichen Hauptspalte noch seitliche Spalten vorhanden, welche ebenso wie jene Erdfälle veranlassen können.

In vereinzelten Fällen kann es zu einer Zwillingsbildung kommen, indem dicht neben einem Erdfalle ein zweiter entsteht, der dann mit dem bereits vorhandenen zu einem Zwilling verschmilzt. Solche Zwillinge hat Coijic auch im Karst bei echten Felsdolinen beobachtet.

Was die Zeit der Entstehung der Erdfälle betrifft, so erfolgen die Niederbrüche, was an sich schon verständlich ist, am häufigsten im Frühjahre zur Zeit der Schneeschmelze oder nach starken Regengüssen. Über solche Stellen, wo eine flache Einsenkung auf die Möglichkeit eines Niederbruches der Erdmasse hindeutet, pflügen die Landleute vorsichtig hinweg; denn nach ihrer Aussage ist es schon manchmal vorgekommen, dass ganz in der Nähe des Pflügers der Boden plötzlich zusammensank.

In der Nähe von Moggast ist sogar schon einmal ein grösserer Weiher durch plötzlich entstandene Erdfälle, die nach Art der Sauglöcher im Zirknitzer See dem Wasser als Abzugskanäle dienten, verschwunden. Noch heute wird daher die flache Bodensenkung, die der Weiher gefüllt haben soll, von der Bevölkerung der »Wasserboden« genannt, der

als der fruchtbarste Boden der Umgegend überhaupt gilt. Das Vorhandensein mehrerer Erdfälle auf diesem »Wasserboden« zeugt noch heute von jenem Ereignis. Übrigens steht dieser Vorgang nicht vereinzelt da: Lersch wenigstens berichtet uns, dass der in der Kreide des nördlichen Dänemark gelegene Norsee sich einst ebenfalls durch einen Erdfall entleert habe.

Erdfälle kommen überall auf der fränkischen Alb vor, doch erwähnt v. Gümbel als eine Eigentümlichkeit der Erdfälle im Streitberger und Muggendorfer Gebirge, dass »sie sich hier mehr an die von Lehm bedeckten Striche als an die Sandgegenden halten.« Dem ist in der Tat so, und der Landmann drückt das nämliche, nur auf seine Verhältnisse bezogen, mit den Worten aus: »Wo Erdlöcher, da guter Feldbau.« Denn Lehmboden ist fetter als Sandboden. Vielleicht, dass der Lehmboden der Bildung von Erdfällen deshalb günstiger ist, weil das Wasser vom Lehm länger festgehalten wird, und durch die langsame, stetige Einwirkung des Wassers auf das unterlagernde Gestein eine intensivere Auslaugung bewirkt wird.

Gelegentlich beobachtet man, dass mehrere Erdfälle in einer Linie liegen. v. Gümbel führt diese Erscheinung auf das Vorhandensein von Spalten im Untergrunde zurück. Die nämliche Tatsache haben Reyer, Cojic, Pilar u. a. auch im Karst und in Mähren konstatiert und sie in gleicher Weise mit Spalten in Zusammenhang gebracht. Nur dass es sich in den letztgenannten Gebieten um echte Felsdolinen oder, wie nach Pilar in Mähren, um sogenannte Schwemmlanddolinen handelt.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass man die Erdfälle häufig teilweise oder vollständig mit Steinblöcken ausgefüllt findet. Aus dem Gesagten geht zur Genüge hervor, dass man dieselben nicht als niedergebrochenes Gesteinmaterial zu betrachten hat; es ist vielmehr Gepflogenheit der Landleute, die in den Feldern herumliegenden Steinblöcke in die Erdlöcher hineinzuwälzen, um diese allmählich wieder auszufüllen.

Zusammenhang zwischen Erdfällen und Quellen.

Mit den im vorigen Kapitel beschriebenen Erdfällen stehen nun viele Quellen in einem direkten Zusammenhang. Da die Bevölkerung der fränkischen Schweiz selbst sich lebhaft für diese Verhältnisse interessiert, so sollen schon an vielen Orten Versuche angestellt worden sein, um diese Verbindung nachzuweisen. Glaubhaft erscheint der Bericht eines uns als zuverlässig bekannten Mannes, wonach man an einem Regentage in ein Erdloch bei Moggast Spreu geworfen habe, die bei der Quelle der nördlich von Urspring gelegenen Thoosmühle wieder zum Vorschein gekommen sei. Die Einwohner von Hohenpölz erzählen sogar, man habe einst in einen in der Nähe dieses Dorfes gelegenen Erdfall eine Ente gebracht, die in einer am Grunde vorhandenen Kluft verschwunden, aber bei dem gerade damals fliessenden »grossen Tummler«, einer noch zu besprechenden intermittierenden Quelle oberhalb der Heroldsmühle, wieder herausgeschwommen sei. Man wird nun freilich nicht fehlgehen, wenn man diese Erzählung selbst als eine »Ente« betrachtet. Immerhin bekundet sich in solchen Übertreibungen die erfahrungsmässig ge-

wonnene Ansicht der Bevölkerung, wonach eine direkte Verbindung der Erdfälle mit den Quellen besteht.

Nun sind allerdings unsere mehrfachen, mit Fluoresceïn angestellten Färbungsversuche misglückt. Dass aber trotzdem ein Zusammenhang der Erdfälle mit den Quellen angenommen werden muss, dies zu beweisen, stehen uns folgende Tatsachen zur Verfügung:

Erstens ist schon wiederholt eine Trübung bestimmter Quellwässer beobachtet worden, nachdem oben auf der Hochfläche während niedergehender Regengüsse Erdfälle entstanden waren. Dies geschah beispielsweise bei den Stämpfermühlquellen, als einst bei dem auf dem Plateau gelegenen Dorfe Hühnerloh ein Niederbruch des Bodens stattfand.

Zweitens tritt überhaupt bei vielen Talquellen eine Trübung des Wassers ein, wenn auf den Hochflächen starke Regen niedergegangen sind.

Drittens ist in diesem Falle mit der Trübung der Quellen immer eine Zunahme ihrer Wasserführung verbunden.

Viertens endlich mag auch die Tatsache zum Beweise herangezogen werden, dass wir bei einzelnen Quellen nach heftigen Regengüssen eine Erhöhung ihrer Temperatur nachweisen konnten. So stieg die Temperatur der Stämpfermühlquellen unter solchen Umständen von 9,5° C. auf 10,7° C.

Diese eigentümlichen Erscheinungen lassen sich nur dadurch erklären, dass man eine Verbindung der Quellen mit den am Grunde der Erdfälle vorhandenen Klüften und Spalten annimmt, die den raschen Zulauf des Wassers begünstigen. Hat doch auch Knop in der Tatsache, dass das Wasser der Aachquelle

sich nach starken auf dem Plateau von Emmendingen niedergehenden Regen trübt, einen Beweis dafür gesehen, »dass von oben herein Kanäle vorhanden sind, vermittelst deren die Aachwasser mit der Atmosphäre korrespondieren.«

Pseudoquellen.

Viele von den Talquellen zeichnen sich durch ihren ausserordentlichen Wasserreichtum aus. Mit grosser Geschwindigkeit aus Klüften des Kalkes oder Dolomites hervorströmend, vermögen sie schon wenige Meter von ihrem Ursprungsorte entfernt, Mühlenräder zu treiben. Man hat es bei dieser Art von Quellen eigentlich mit unterirdischen Bächen zu tun, und Günther hat ihnen deshalb auch den Namen »Pseudoquellen« gegeben. Solche Pseudoquellen finden sich z. B. bei der Thoosmühle oberhalb Urspring, bei Draisendorf, bei der Stämpfermühle, in Pegnitz und an anderen Orten der fränkischen Schweiz.

Von der grössten Ergiebigkeit sind die Stämpfermühlquellen, die mit ausserordentlicher Kraft am Fusse einer Dolomitwand hervorschiessen und sofort die genannte Mühle sowie das Pumpwerk treiben, das einen Teil des Quellwassers nach dem auf der Hochfläche gelegenen, wasserarmen Marktflecken Gössweinstein hinaufschafft. Von ihnen gilt alles, was über diejenigen Quellen gesagt wurde, welche in direkter Verbindung mit den Plateaus stehen. Man könnte daher versucht sein, sie dem Quelltypus zuzuzählen, dem die Quelle der Noraigne im Traverstale, die der Reuse bei St. Sulpice und andere im schweizerischen Jura gelegene angehören, da auch

diese sehr bald ergiebiger fliessen, wenn ihre Einzugsgebiete von starken Regengüssen getroffen worden sind. Allein das sonstige Verhalten derselben stimmt mit demjenigen der Stämpfermühlquellen so wenig überein, dass man gezwungen ist, den Vergleich wieder aufzugeben. Haas bemerkt nämlich über die genannten, im schweizerischen Jura gelegenen Quellen: »Herrscht längere Zeit hindurch grosse Trockenheit im Sammelgebiete einer nach solchem Muster gebauten Quelle, so wird ihr Abfluss stets geringer und geringer, bis dieselbe schliesslich ganz versiegt.« Dies ist aber bei den Quellen der Stämpfermühle nicht der Fall: sie lassen vielmehr auch bei länger andauernder Trockenheit nicht wesentlich nach. Sogar der Sommer 1893, der bekanntlich im südlichen Deutschland und in der Schweiz durch ausserordentliche Niederschlagsarmut ausgezeichnet war, vermochte den Wasserreichtum der Stämpfermühlquellen nur ungefähr auf zwei Drittel der gewöhnlichen Wassermenge zu verringern, während eben damals viele Quellen, namentlich in jurassischen Gebieten, versiegten, und auch der Ausfluss an der Noraignequelle nach Haas »auf ein Minimum herabgesunken war. — — — Statt des grossartigen Wasserstroms, welcher sonst aus der Felswand herausquoll und im stande war, schon wenige Meter von seinem Ursprunge entfernt Mühlräder und Turbinen in Bewegung zu setzen, kam ein trübes und nichtssagendes Wasseräderlein heraus.«

Auch daran könnte gedacht werden, die Stämpfermühlquellen dem Typus einzuordnen, welchen man bei den nach Desor's Vorgange als »doues« oder »sources vauclusiennes« bezeichneten Quellen vor sich

hat. Denn diese Art von Quellen, welche gleichfalls im schweizerischen Jura häufig sind, lässt auch bei länger andauernder Trockenheit nicht bedeutend nach. Sie sollen dadurch ausgezeichnet sein, dass die auf Klüften und Spalten in die Tiefe ziehenden meteorischen Wasser sich erst in grösseren oder kleineren Höhlenreservoirs sammeln und erst dann als Quellen austreten, nachdem jene »Abklärungsbassins« das Wasser gereinigt haben.

Davon dürfte jedoch bei den Stämpfermühlquellen kaum die Rede sein. Zwar steht nichts im Wege, im Inneren des Gebirgsstockes grössere oder kleinere Höhlen anzunehmen, und wir werden sehen, dass wir zu dieser Annahme sogar gezwungen werden, um das Zustandekommen gewisser Quellen zu erklären. Allein mit der Annahme, dass die Quellzüge sich erst in unterirdischen Reservoirs sammeln, um ihr Wasser zu »reinigen«, sind die Tatsachen doch schwerlich in Einklang zu bringen, von denen gelegentlich der Besprechung des Zusammenhanges zwischen Erdfällen und Quellen berichtet wurde, nämlich Trübung und Temperaturerhöhung des Quellwassers nach starken auf den Hochflächen niedergegangenen Regengüssen. Diese eigenartigen Erscheinungen werden vielmehr, wie bereits dargelegt wurde, am besten mit dem Vorhandensein von Klüften und Spalten erklärt, welche eine direkte und schnelle Verbindung solcher Talquellen mit der Hochfläche vermitteln, ohne erst das in ihnen zirkulierende Wasser in grosse Sammelbassins zu leiten und daselbst längere Zeit aufzuspeichern.

Nun müssten freilich Quellen von einem derartigen Wasserreichtum, wie ihn die bei der Stämpfermühle entspringenden Pseudoquellen führen, bald ver-

siegen, wenn sie ausschliesslich auf diese Quellzüge angewiesen wären. Allein wir müssen, um die baldige Trübung und Temperaturerhöhung nach starken Regen einerseits, die Beständigkeit der ausfliessenden Wassermenge andererseits erklären zu können, daran denken, dass derartigen Quellen neben dem auf Klüften und Spalten niederziehenden Wasser auch noch tropfenweise das Gestein durchdringendes Sickerwasser zur Speisung dient. Und gerade der Dolomit, in welchem das Ernährungsgebiet dieser Quellen liegt, ist vermöge seiner eigentümlichen Beschaffenheit besonders geeignet, auf lange Zeit hinaus Wasser aufzuspeichern. Wir haben schon darauf aufmerksam gemacht, dass dieses Gestein aus widerstandsfähigeren und weicheren Partieen zusammengesetzt ist, so dass, wie v. Gümbel sagt, »in dem Gesteine bei der Einwirkung lösender Flüssigkeiten, wie es die in der Tiefe zirkulierenden Kohlensäure haltigen Gewässer sind, einzelne Partieen stärker als die benachbarten angegriffen werden und dass dadurch mit der Zeit eine poröse, lückige Beschaffenheit des Dolomits sich ergeben kann.« Das geschlagene Handstück zeigt häufig feine Poren und kleine Hohlräume, welche meist mit Dolomitspatkryställchen inkrustiert sind. In diese Risse und Poren dringt das atmosphärische Wasser ein und wird tropfenweise wieder nach unten abgegeben.

Wie lange das Wasser braucht, um den Dolomit zu durchdringen — vorausgesetzt natürlich, dass es nicht auch auf Klüften seinen Weg in die Tiefe nimmt —, das beweisen deutlich genug die anstehenden dolomitischen Felspartieen, aus denen beständig das Wasser heraustropft und durch das Aufschlagen

auf den steinigen Boden in geheimnisvoller Weise die Stille der Felslandschaft unterbricht. Wir kennen beispielsweise in der Nähe der im Ailsbachtale gelegenen Neumühle einen freistehenden Dolomitfelsen, der auch während des trockenen Sommers Wasser in Tropfenform abgibt, und weiter versichert man uns, dass die Wirkung der Schneeschmelze sich in der Sophienhöhle erst im Laufe des Sommers durch stärkeres Tropfen von der Decke und den Wänden herab bemerkbar mache. So lange braucht das Wasser, um das überlagernde Gestein zu durchdringen. In grösserer Tiefe mag sich nun jenes in Adern, dann in grösseren Rinnsalen sammeln, um schliesslich, vereinigt mit den schon anfänglich auf Klüften niederziehenden Wassern, die stromartig fliessenden Quellen zu speisen.

Eine ähnliche Erklärung geben die französischen Forscher Martel und Gaupillat für das Zustandekommen vieler aus den Kalkstöcken der südfranzösischen Causses hervorbrechender Pseudoquellen. Sie fassen das Ergebnis ihrer Untersuchungen folgendermassen zusammen:

»En resumé, les eaux souterraines qui donnent naissance aux belles et nombreuses sources vauclusiennes des causses ne s'étendent pas en grandes nappes, ne s' accumulent pas tant d' abord en vastes réservoires; elles descendent par chute directe dans les avens (d. s. tiefe, steilrandige Schlote. A. d. V.) ou par suintement à travers les fissures tenues; puis elles se réunissent en minces ruisselets, qui se gonflent lentement par l' apport d'en haut, effectué goutte à goutte, et qui circulent enfin, réelles rivières, dans de longues

galeries, hautes ou basses, étroites ou larges, selon la nature du terrain traversé.«

Die Bedeutung, welche die avens für die sources vauclusiennes in den causses haben, nehmen in der fränkischen Schweiz die Erdfälle in Anspruch.

Intermittierende Quellen.

Intermittierende Quellen kommen in der fränkischen Schweiz häufig vor. Für sie alle ist charakteristisch, dass sie nur dann fliessen, wenn reichliche Regen auf den Hochflächen niedergegangen sind, oder wenn die Schneedecke rasch schmilzt. Die Dauer der Intermittenz ist jedoch sehr verschieden: manche dieser Quellen können während eines Jahres wiederholt fliessen, während andere viele Jahre aussetzen.

Intermittierende Quellen werden in der fränkischen Schweiz meist »wilde Quellen« oder auch »wilde Brunnen« genannt. In Dürrbrunn bei Heiligenstadt befindet sich eine derartige, nur nach starken meteorischen Niederschlägen fliessende Quelle, der man den Namen »Geuder« gegeben hat. Eine andere nicht beständig fliessende, zwischen Mandlau und Prüllsbirkig befindliche Quelle hat die dortige Bevölkerung »Bettelbrunnen« getauft. Auch der Name »Hungerbrunnen« ist üblich, und wird namentlich für solche Quellen gebraucht, welche nur in aussergewöhnlich nassen Jahren fliessen.

Da das Vorkommen von intermittierenden Quellen innerhalb unseres Studiengebietes ausschliesslich an die Sedimentgesteine des weissen Jura gebunden ist, für diese aber eine Neigung zur Bildung von Hohlräumen charakteristisch ist, so liegt es nahe, derartige

Quellen mit solchen Hohlräumen in Zusammenhang zu bringen. Ob es aber angängig ist, auf die in der fränkischen Schweiz vorhandenen intermittierenden Quellen die Hebertheorie anzuwenden, wie man dies beispielsweise getan hat, um das Zustandekommen der oberhalb Heiligenstadt bei der Heroldsmühle gelegenen »Tummler« zu erklären, das ist eine andere Frage. Wir wenigstens sind der Ansicht, dass die Hebertheorie wegen der zu machenden Voraussetzungen — heberförmige Gestalt des Abflusskanales, absolut oder fast luftdichte Beschaffenheit des letzteren — nicht so häufig Anwendung finden kann, wie dies meist angenommen wird.

Für das Zustandekommen der intermittierenden Quellen in der fränkischen Schweiz vollends ist eine Erklärung mit Hilfe der Hebertheorie geradezu ausgeschlossen. Denn abgesehen davon, dass die Annahme eines luftdichten Heberkanales in Anbetracht der porösen, klüftigen Beschaffenheit der Malmgesteine fast unmöglich ist, spricht auch die Tatsache dagegen, dass — wenigstens, so viel wir in Erfahrung bringen konnten — das Fliessen der intermittierenden Quellen in unserem Gebiete ausschliesslich nach heftigen Niederschlägen erfolgt. Eine Quelle aber, deren Intermittenz sich nach den Gesetzen des Hebers reguliert, müsste dann und wann auch einmal zu fliessen beginnen, ohne dass vorher besonders starke Regen niedergegangen sind. Dieser Fall müsste dann eintreten, wenn der angenommene Hohlraum durch Regengüsse noch nicht völlig, aber schon nahe bis zur Höhe des Heberkanales mit Wasser gefüllt worden wäre. Alsdann müsste schon ein ganz mässiger Regen genügen, um ein Fliessen der Quelle

zu veranlassen. Aus diesen Gründen kann die Hebertheorie nicht zur Erklärung der intermittierenden Quellen in der fränkischen Schweiz dienen.

Wir glauben das Zustandekommen derselben besser dadurch erklären zu können, dass wir in den Malmgesteinen einen Hohlraum annehmen, der unten einen Abflusskanal besitzt. Dieser vermag das in den Hohlraum eindringende Wasser gewöhnlich wieder abzuführen, wobei letzteres vielleicht erst weit vom Ausgangspunkte entfernt als Quelle austritt. Gehen aber einmal besonders heftige Regen nieder, oder erfolgt das Abschmelzen der Schneemassen besonders rasch, so ist dieser Abflusskanal allein nicht mehr im stande, die Wassermassen abzuführen. Letztere werden in dem Hohlraume ansteigen, bis sie eine weiter oben befindliche zweite Kluft erreichen und nun auch auf dieser den Weg nach aussen nehmen.

Selbstverständlich lässt diese Art des Zustandekommens intermittierender Quellen mancherlei Modifikationen zu. So mag eine solche wenige Meter über der starken Thoosmühlquelle befindliche, nur nach ausserordentlich heftigen Niederschlägen fliessende Quelle ihre Entstehung dem Umstande verdanken, dass die das Wasser der ersteren führende Kluft bei ausserordeutlich starkem Zufluss jenes nicht mehr zu fassen vermag und dieses dadurch gezwungen wird, sich einen zweiten Abfluss zu suchen. Wir haben es hier demnach mit einer Art von intermittierender Stauquelle zu tun, wie solche häufig in der Natur vorkommen. Lersch z. B. berichtet uns von einer Quelle auf dem Moosberge im Salzkammergut, die sich selbst in den kälteren Monaten nicht bedeutend vermindere; 100′ höher aber sei ein zweiter Abfluss,

der gewöhnlich trocken sei, aber 5—6 Tage nach eingetretenem Tauwetter oder in gleicher Zeit nach einem heftigen oder langen Regen überströme.

Durch ihren ausserordentlichen Wasserreichtum zeichnen sich vor den anderen intermittierenden Quellen der fränkischen Schweiz namentlich die beiden sogenannten »Tummler« aus. Wenn wir von der dem Dorfe Oberleinleiter benachbarten Heroldsmühle aus der Leinleiter aufwärts folgen, gelangen wir bald an die Stelle, wo der starke Bach dem Gesteine entströmt. Die Umgebung besteht aus Weissjurakalken und macht bei der dürftigen Vegetation, die dort herrscht, einen traurigen Eindruck. Von der Quelle der Leinleiter setzt sich das Tal noch eine kurze Strecke weit fort; ein von Steingerölle erfülltes Bett zeigt uns an, dass hier zeitweilig Wasser fliessen muss. Plötzlich stehen wir vor einem oberen Talschluss, im blinden Ende eines Sacktales, wie solche in verkarsteten Gebieten häufig vorkommen. Am Fusse des geschlossenen Gehänges befinden sich zwei nach unten gehende Höhlungen, aus denen nach starken atmosphärischen Niederschlägen geräuschvoll grosse Wassermassen hervorbrechen. Noch vor dem Beginnen des Fliessens vernimmt man aus dem Inneren ein polterndes Geräusch, wie dies auch von anderen intermittierenden Quellen, z. B. von dem »Polterbrunnen« bei Altenbecken in Westfalen berichtet wird. Dasselbe rührt jedenfalls davon her, dass Luft mit in Abzugskanal hineingerissen wird, welche das Wasser in sprudelnde Bewegung versetzt. Das zunächst hervorbrechende Wasser ist trübe, bald aber fliessen die Quellen klar. Eine gelegentlich eines Wasseraus-

bruches im September 1901 vorgenommene Temperaturmessung ergab einen Wert von 8,5° C.

Viel seltener als die »Tummler« brechen die »wilden Brunnen« von Oberailsfeld im Ailsbachtale hervor. Das Wasser dringt hiebei von unten herauf allmählich in die Keller ein, steigt in diesen an, um schliesslich die Dorfstrassen zu überschwemmen. Im Jahre 1881 stand das Wasser $^1/_2$ m hoch im Garten des Dorfschulhauses.

Das Auftreten dieser »wilden Brunnen« lässt sich an der Hand der Dorfchronik bis ins 18. Jahrhundert zurückverfolgen. Die Aufzeichnungen berichten, dass im Jahre 1769 eben dieser wilden Brunnen wegen die alte Dorfkirche habe umgebaut und der Friedhof habe verlegt werden müssen. Das Wasser habe nämlich die offenen Gräber bis zum Rande gefüllt, so dass die Särge mit Stangen hätten niedergedrückt werden müssen.

In der Zeit von 1850—1881 brachen diese Wasser dreimal, und zwar stets im Frühjahre, hervor, das letzte Mal eben im Jahre 1881.

Der gleichfalls in Oberailsfeld gelegene »Pfarrbrunnen« fliesst nur zur Zeit solcher Anschwellungen der unterirdischen Wasserzüge, sonst spendet er, wie auch gegenwärtig, keinen Tropfen Wasser.

Das Fliessen dieser »wilden Brunnen« erfolgt nach besonders starken Niederschlägen. Ihre Abhängigkeit von letzteren wird durch ihr Auftreten im Jahre 1881 bewiesen. Die zweite Hälfte des Jahres 1880 brachte nämlich der Stadt Bayreuth und deren Umgebung ausserordentlich grosse Niederschlagsmengen. Wie aus v. Bezold-Lang's meteorischen

Tabellen für Bayern ersichtlich ist, fielen in Bayreuth im Dezember 1880 allein 127,0 mm Niederschläge.

Vielleicht ist in diesem Falle an einen ähnlichen Stauungsprocess zu denken, wie er nach Günther die Stauhochwässer im Laaser Tal (südöstlich von Zirknitz) und im oberen Wippachtale hervorruft. Eine im Dolomit vorhandene Kluft vermag gewöhnlich das eingedrungene Wasser wieder fortzuführen, genügt aber bei sehr starker Wasserzufuhr nicht mehr, so dass das Wasser in Seitenklüften nach oben zu steigen gezwungen wird und so eine Überschwemmung der Umgebung herbeiführt. Jedenfalls ist, mögen nun Hohlräume vorhanden sein oder nicht, die Menge des eingedrungenen Wassers so gross, dass der Abzug nicht ausreicht, das Grundwasser steigt und zu Tage tritt. Der Ailsbach selbst schwillt dabei nicht an, weil das Grundwasser unter dem Drucke von oben seitwärts aufzusteigen gezwungen ist.

Temperatur und Chemie der Quellen in der fränkischen Schweiz.

Die Temperaturverhältnisse der in der fränkischen Schweiz entspringenden Quellen sind die gleichen wie die aller gewöhnlichen Quellen — unter »gewöhnlichen« solche Quellen verstanden, deren Temperatur ungefähr der mittleren Jahrestemperatur des betreffenden Ursprungsortes entspricht. Selbstverständlich sind Unterschiede vorhanden, je nachdem die Grundwasserzüge mehr oder weniger tief unter der Bodenfläche liegen. So besitzen beispielsweise die auf der Hochfläche unterhalb der »Platte« entspringenden Hohenmirsberger Quellen eine Temperatur von 8,5° C,

während der im Tale der Ailsbach bei Kirchahorn gelegene »Hirtenbrunnen« eine solche von 9,7° C aufweist.

Letzterer ist übrigens insoferne bemerkenswert, als er wegen seines hohen Eisengehaltes als Mineralquelle angesprochen werden kann. Ausser dem Hirtenbrunnen sind in der fränkischen Schweiz keine Mineralquellen vorhanden. Denn was die »Mundfaulbrunnen« betrifft, — so werden zwei Quellen genannt, wovon die eine oberhalb der Sachsenmühle, die andere bei Waischenfeld entspringt — so weist deren chemische Zusammensetzung keine ihnen besonders eigentümlichen mineralischen Bestandteile auf. Beide sind rein dolomitische Quellen — so wollen wir mit v. Gorup-Besanez solche Quellen nennen, deren Quellenwurzelsystem ausschliesslich im Dolomit liegt. Der Name »Mundfaulbrunneu« rührt davon her, dass das Wasser der beiden Quellen von der Bevölkerung gegen die von den Aerzten »stomatitis ulcerosa« genannte »Mundfäule« angewendet wird. Das Wasser der beiden Mundfaulbrunnen ist stark kalkhaltig, und in der Tat kann Kalkwasser seiner desinfizierenden Wirkung wegen bei der Therapie der genannten Krankheit Verwendung findeu.

Grosser Kalkgehalt ist naturgemäss für alle Quellen charakteristisch, die ihr Wasser im Kalk oder Dolomit sammeln. Dabei unterscheiden sich die dolomitischen Quellen von den in den reinen Kalken des Malm entspringenden, der chemischen Zusammensetzung dieser Gesteine entsprechend, dadurch, dass erstere weniger kohlensauren Kalk als letztere enthalten, dafür aber durch höheren Gehalt an Magnesiumkarbonat ausgezeichnet sind. So besitzt z. B. nach den von Köhn

ausgeführten Analysen eine am Hetzlas auf der Grenze Ornathenton — Werkkalke entspringende Quelle in 100 Teilen des Trockenrückstandes 92,17 % Calciumkarbonat und nur 7,83 % Magnesia, während das Wasser der im Dolomit ihren Ursprung nehmenden Trubach nur 68,04 % kohlensauren Kalk, dafür aber 31,96 % Magnesia aufweist[1]).

Da die in den Malmkalken ihr Wasser sammelnden, auf der Grenze Ornathenton-Werkkalke entspringenden Quellen durch sehr hohen Kalkgehalt ausgezeichnet sind, so ist es verständlich, dass wir gerade unterhalb des genannten Wasserhorizontes ausserordentlich häufig auf Kalktuffablagerungen stossen. Denn die im Gestein zirkulierenden kohlensäurehaltigen Gewässer lösen eine bestimmte Menge kohlensauren Kalkes auf, schlagen aber einen Teil desselben bei ihrem Hervortreten an die Erdoberfläche infolge des Entweichens von Kohlensäure am Quellrande und in dessen Umgebung als Kalktuff nieder.

Finden sich nun Absätze von Kalktuff schon an und für sich sehr häufig auf der Erdoberfläche, so sind solche speziell in der fränkischen Schweiz, wie im Gesamtgebiete des Frankenjura überhaupt, überall anzutreffen — bei der Ausdehnung kalkiger Sedimente in diesem Gebiete eine verständliche Tatsache. Wir begnügen uns, die in der Nähe der bereits erwähnten

---

[1]) Das den Weissjurasedimenten entspringende Wasser setzt, wenn es zum Kochen verwendet wird, am Boden und an den Wandungen der Kochtöpfe eine weisse Kruste ab, die schliesslich den Topf unbrauchbar macht. Merkwürdigerweise halten die Leute diesen Niederschlag für Salpeter.



»Roten Leiste«, zwischen Streitberg und Muggendorf befindliche Kalktuffablagerung namhaft zu machen. Sie ist sehr gut aufgeschlossen, da man dort gegenwärtig Kalktuffblöcke bricht, um sie zum Hausbau zu verwenden. »Östlich von der Roten Leite, sagt v. Ammon, zieht sich das Lange Tal von den Bergen herab. An seiner Mündung in das Haupttal befindet sich eine mächtige Kalktuffablagerung, deren Gestein ziemlich viele Conchylien einschliesst. Was das Alter des Streitberger Kalktuffes anlangt, so ist der Absatz desselben wohl nichl allein auf eine bestimmte Zeit während der diluvialen und rezenten Periode beschränkt geblieben; noch heut zu Tage scheidet das Wasser in Menge kohlensauren Kalk ab. Die Hauptmasse der Ablagerung jedoch dürfte sich zur Pleistocänzeit gebildet haben. Dies geht aus dem Charakter der Schneckenfauna hervor, welche v. Sandberger einer genauen Prüfung unterzogen hat«.

Die fränkische Schweiz als Karstlandschaft.

Wir haben in den vorausgehenden Abschnitten mancherlei Phänomene kennen gelernt, die, zusammen mit anderen morphologischen Erscheinungen, den Beweis liefern, dass auch die fränkische Schweiz eine, wenn auch nicht typische, Karstlandschaft darstellt. Das Vorherrschen der Hochflächen, in welche die ausserordentlich schmalen Täler mit ihren steilen Gehängen tief eingeschnitten sind, die Wasserarmut auf diesen Hochflächen, das Vorhandensein von Höhlen, von Trocken- und Sacktälern, das Vorkommen plötzlicher Wasseraustritte, — alles Erscheinungen, die, wenn auch nicht ausschliesslich, für verkarstete Ge-

biete charakteristisch sind. Zwar: echte Felsdolinen sind in der fränkischen Schweiz nirgends anzutreffen, allein dafür haben wir in den Erdfällen dolinenartige Gebilde kennen gelernt, die wir den »Schwemmland-dolinen« zur Seite stellen können.

Wenn Coijic ferner das Auftreten von Quellen im Bette fliessender Gewässer als bezeichnend für Karstlandschaften anführt, so wird auch diese Bedingung in unserem Falle erfüllt. So konnten wir im Bette des Ailsbaches das Vorhandensein von Quellen feststellen.

Das Verschwinden fliessender Gewässer im Boden freilich ist in unserem Studiengebiete nur im Kleinen zu beobachten. Am bedeutendsten stellt sich in dieser Hinsicht der kurze unterirdische Verlauf eines Armes der Pegnitz dar, der, wie Günther mitzuteilen weiss, bereits in einem 1787 erschienenen, von dem Deutsch-amerikaner Schoepf verfassten Werke über die Geologie des östlichen Nordamerika gelegentlich erwähnt wird. Unterhalb des Städtchens Pegnitz, unmittelbar vor der Röschmühle, teilt sich die Pegnitz in zwei Arme: während der eine im Tale weiter fliesst, verschwindet der andere, nachdem seine Wasserkraft noch das Mühl- und Sägewerk der genannten Mühle in Bewegung gesetzt hat, plötzlich in den Werkkalken des sogenannten »Wasserberges«. Ungefähr 150 m weit fliesst das Wasser unterirdisch; dann strömt es wieder aus den Werkkalken heraus, um sich bald aufs neue mit dem anderen Pegnitzarme zu vereinigen.

Auch das Wasser der Hohenmirsberger Quellen versinkt unmittelbar vor dem Dorfe im Boden. Von der Versitzstelle aus zieht alsdann ein Trockental ab-

wärts in der Richtung gegen Haselbrunn. Unmittelbar vor dem genannten Orte entspringt nun in der Sohle des Trockentales eine Quelle, die wahrscheinlich von dem vor Hohenmirsberg verschwundenen, während seines unterirdischen Laufes durch Zuflüsse verstärkten Quellwasser gespeist wird.

In gleicher Weise endlich versinkt das Wasser einer unterhalb der Thoosmühle entspringenden Quelle, nachdem es über eine 2 m mächtige Kalktuffablagerung gestürzt ist, in den klüftigen Malmkalken.

Wenn Karstphänomene in der fränkischen Schweiz, wie überhaupt im Frankenjura, in nicht so typischen Formen auftreten, wie dies beispielsweise im südslavischen Karst, der meist als der »Karst« schlechthin bezeichnet wird, der Fall ist, so sind dafür folgende Gründe anzuführen: Einmal ist es die die Hochflächen weithin überlagernde Albüberdeckung, welche einer intensiven Verkarstung hinderlich ist; denn »die Karstphänomene, sagt Coijic, sind nur auf reinen und nackten Kalksteinen typisch ausgebildet; je mehr der Kalk tonige Bestandteile enthält, und je weniger die Lösungsrückstände entfernt werden, desto mächtiger wird der entstehende Zersetzungslehm, desto schwächer treten jene Phänomene auf.«

Sodann muss betont werden, dass unser Gebiet wegen der relativ geringen hier fallenden Niederschläge ein der Ausbildung von Karsterscheinungen weniger günstiges Terrain darstellt, während auf reichlich beregneten Kalkplateaus der Verkarstungsprozess viel leichter von statten geht.

Bis zu welchem Grade die in geologischer Vorzeit erfolgten Dislokationen auf die Entwicklung von Karsterscheinungen von Einfluss gewesen sind, das

ist eine Frage, über die noch immer keine Einigkeit erzielt ist. Denn während Reyer als Hauptursache für die Ausbildung von Karstphänomenen tektonische Vorgänge annimmt, v. Mojsisovics und Hoernes aber neben diesen auch der nachfolgenden intensiven Erosionstätigkeit einen bedeutsamen Einfluss zugestehen, glaubt Tietze die Entstehung von Karstlandschaften fast ausschliesslich der Erosion zuschreiben zu müssen. Letzterer Ansicht schliesst sich auch Günther an, indem er sagt: »Das beste hat jedoch zweifellos die sich in allen ihren Erscheinungsformen betätigende Erosion vollbracht; »die kombinierten Wirkungen einer teils oberirdischen, teils unterirdischen Wasserzirkulation nach den gewöhnlichen hydrostatischen und hydrodynamischen Gesetzen, Erossioneffekte im Inneren von Kalkgebirgen, chemische Auslaugungen, mechanische Auswaschungen, Bildung von Hohlräumen und Einstürze der Decken dieser Hohlräume, Gleichgewichtsstörungen und Wiederherstellungen des Gleichgewichtes« — das sind nach Tietze die bestimmenden Ursachen regionaler Verkarstung«.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, meinen verehrten Lehrern, im besonderen Herrn Prof. Dr. Pechuel-Loesche, für die liebenswürdige Bereitwilligkeit, mit welcher sie mich in meinen Studien, namentlich auch in vorliegender Arbeit förderten, herzlichen Dank zu sagen.

Benützte Litteratur.

v. Ammon: Kleiner geologischer Führer durch einige Teile der Fränkischen Alb. München, 1899.

Coijic: Das Karstphänomen. Wien, 1898.

v. Gorup-Besanez: Über dolomitische Quellen des Frankenjura. (Sitzungsberichte der physikalisch-medizinischen Gesellschaft zu Erlangen). Erlangen, 1871.

v. Gümbel: Geognostische Beschreibung der Fränkischen Alb (Frankenjura) mit dem anstossenden Fränkischen Keupergebiete. Kassel, 1891.
(Nebst dem dazugehörigen Kartenwerke.)

Günther: Geophysik.

Haas: Quellenkunde. Leipzig, 1895.

Knop: Über die hydrographischen Beziehungen zwischen der Donau und der Aachquelle im Badischen Oberlande.
Neues mineralogisches Jahrbuch 1875, 1878.

Köhn: Beiträge zur Kenntnis der Wässer des fränkischen Jura. Inaug.-Diss. Erlangen, 1889.

Fr. König: Die Verteilung des Wassers über, auf und in der Erde. Jena 1901.

Lersch: Hydro-Physik. Bonn, 1870.

Martel u. Gaupillat: Sur la formation des sources dans l'interieur des plateaus calcaires des causses. Comptes rendues, Paris 1889.

Pechuel-Loesche: Kongoland. Jena, 1887.

Soyka: Die Schwankungen des Grundwassers mit besonderer Berücksichtigung der mitteleuropäischen Verhältnisse. (In Penk's Geogr. Abhandlungen, II. Heft 3.)



Lebenslauf des Verfassers.

Ich, Wolfgang Blos, wurde am 18. September des Jahres 1878 als Sohn des 1895 verstorbenen Metzgermeisters Johann Friedrich Blos und dessen Ehefrau Maria Wilhelmine Concordia, geb. Lang, zu Erlangen geboren. Vom Mai 1885 bis zum August 1888 besuchte ich die Volksschule, vom Herbst 1888 bis zum Juli 1897 das humanistische Gymnasium meiner Vaterstadt. Im Herbste des Jahres 1897 bezog ich die hiesige Universität, um mich dem Studium der Realien zu widmen. Das Sommersemester 1899 verbrachte ich an der Universität München, das folgende Wintersemester 1899/1900 an der Universität Berlin. Im Frühjahre 1900 bezog ich wieder die Universität Erlangen, der ich dann bis zum Herbste 1902 als Studierender angehörte. Im Herbste des Jahres 1901 unterzog ich mich mit Erfolg dem 1. (Haupt-)Examen für die Lehrbefähigung in den Realien an technischen Mittelschulen. Seit Herbst 1901 beschäftigten mich naturwissenschaftliche, namentlich geographische Studien.

